

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-075656

(43)Date of publication of application : 15.03.2002

(51)Int.Cl. H05B 33/22

(21)Application number : 2000-266414 (71)Applicant : MITSUBISHI CHEMICALS CORP

(22)Date of filing : 04.09.2000 (72)Inventor : ASAMI HARUHIRO
KAMIYA ITARU

(54) EL ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a new EL element whose luminescence intensity is improved.

SOLUTION: In an EL element which has a pair of electrodes at least either of which has translucency, a luminous layer including a luminous substance and an insulating layer, the insulating layer has a photonic crystal structure.

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]An EL element being that in which this insulating layer has a photonic crystal structure at least in one pair of electrodes in which either has translucency, a luminous layer containing a luminescent substance, and an EL element in which it has a transparent insulating layer to a luminous wavelength.

[Claim 2]The EL element according to claim 1 which comes to form an insulating layer in both sides of a luminous layer, or one of fields.

[Claim 3]The EL element according to claim 1 or 2 whose photonic crystal structure is what two kinds of layers from which a refractive index differs laminate to one dimension.

[Claim 4]The EL element according to any one of claims 1 to 3 in which each thickness of two kinds of layers from which a refractive index differs is $1/5 - 1/3$ of a luminous wavelength.

[Claim 5]The EL element according to any one of claims 1 to 4 whose refractive index ratios of each substance which constitutes two kinds of layers from which a refractive index differs are 1.01-10.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the EL element used for the EL display which has the feature of a thin shape, a flat surface, a long life, and high contrast.

[0002]

[Description of the Prior Art]In recent years, there is little power consumption at a light weight and a thin shape, and the EL element attracts attention as a surface-emitting type element excellent in the flexibility of shape. If an EL element divides roughly, it will perform current injection from the electrode by a direct-current-voltage seal of approval, and there are an electron, an organic electroluminescence type made to emit light by the recombination of a hole, and an inorganic EL type which accelerate a peculiar carrier by a volts alternating current seal of approval, carries out collision excitation of the electron of photogene, and makes it emit light. The luminous layer to which the structure of a latter alternating current drive type inorganic EL element contains a luminescent substance in inter-electrode [which has translucency / one pair of], It is classified into the both sides of this luminous layer, a certain thin film type EL element type which are, crawls and has a transparent insulating layer to a luminous wavelength in a gap or one side, and the distributed type EL element type which distributed fluorescent substances, such as the micro crystallite ZnS, in the organic matter medium of high permittivity. The insulating layer used for the conventional thin film type EL element consists of a monolayer which has high permittivity.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]A limit is among luminescence intensity of the conventional general EL element which was mentioned above, and the further improvement is desired. The purpose of this invention is to provide the EL element which enables the increase in the further luminescence intensity by improving the structure of the conventional EL element.

[0004]

[Means for Solving the Problem]As a result of inquiring wholeheartedly in view of the above-mentioned actual condition, this invention persons as an insulating layer of an EL element, Two sorts of layers from which a refractive index differs laminate by turns, and what has a photonic crystal structure which forms a photonic band gap from giving periodic refractive index distribution is used, By [which double a luminous wavelength with defective level in a band gap] designing for it to be alike, knowledge was carried out to it becoming possible to make luminescence intensity of an EL element increase, and this invention was completed so that a luminous wavelength from a luminous layer might lap with a band end of a photonic band gap.

[0005]That is, a gist of this invention consists in an EL element which has at least one pair of electrodes in which either has translucency, a luminous layer containing a luminescent substance, and an insulating layer, without an EL element being that in which this insulating layer has a photonic crystal structure. It is related with a new EL element which shall have that in which a field where refractive indicees differ has the primary three-dimensional periodic refractive index distribution [secondary] as an insulating layer in detail, i.e., a photonic crystal structure which forms a photonic band gap.

[0006]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, it explains per this invention and also to details. The EL element of this invention needs to use a photonic crystal as an insulating layer. Photonic crystals (Photonic crystal) are a substance of the new concept which can control freely light and light with the periodical structure of the length about the wavelength of electromagnetic waves, and an element device, and various functionality is predicted. This photonic crystal has the periodical structure of the length about the wavelength of light, and the photonic band gap (photonic band gap) which does not have existence of the light of the wavelength range which is that inside in ***** appears. The origin of this photonic PANDO gap can be similarly explained to be the origin of a band gap where existence of the band gap to the electron in the inside of a solid crystal and a forbidden band, i.e., the electron of a specific energy range, is not allowed. That namely, the band gap to an electron appears when having arranged regularly the cycle which has an atom with a solid crystal, Since the wavelength at the time of regarding an electron as a wave is a size which is an atomic interval grade exactly, an electron receives Bragg reflection by the periodic potential in a crystal, and the state where energy does not exist is formed. When ****(ing) the inside of structure with periodic refractive-index (dielectric constant) distribution of length comparable as the wavelength of light so that similarly to it, the photonic band gap to which propagation of the light of a certain wavelength area is forbidden is formed. One dimension and which [two-dimensional and three-dimensional] case may be sufficient as this periodical structure. When a defect is introduced into the photonic crystal which has taken periodical structure with perfect it being interesting, a band end pulls the skirt in a photonic band gap, and defective level (localized level) appears in a band. A possibility of reinforcing the luminescent characteristic of photogene can be considered by using this defective level. By a band end, a possibility of the group velocity of light becoming very small, and as a result reinforcing the luminescent characteristic as the whole element can be considered.

[0007] A mimetic diagram is used for below and the EL element of this invention is explained to it. Drawing 1 is a figure showing the structure of the EL element of this invention. in the figure -- the both sides (drawing 1 a) of a luminous layer -- being certain -- it is -- yes, an insulating layer (drawing 1 b, c) is provided in a gap or single-sided one side. This insulating layer is transparent to the wavelength of luminescence from a luminous layer, and two kinds of layers from which a refractive index differs are the examples which form the photonic crystal structure laminated to one dimension.

[0008] It is necessary to design each thickness of two sorts of layers which constitute this insulating layer (a periodic insulating layer may be called) so that a luminous wavelength may lap with the band end of the photonic band gap (wavelength area which cannot penetrate light) formed of periodical structure. Or it is necessary to design double the luminous wavelength of a photogen with the defective level produced in a photonic band gap. near thickness -- $1/\text{of the luminous wavelength } \lambda$ -- it is usually $1/5 - 1/3$ about four. As for the refractive index ratio of the substance which constitutes this periodic insulating layer, it is [1.01 or more] preferred preferably that it is 1.01-10.

[0009] That by which the phase from which surface state differs was laminated, the thing which the pillar-shaped phase distributed periodically in the matrix, the thing which the spherical phase distributed in the matrix, etc. may have all periodical structures, and the periodical structure of this periodic insulating layer may be which primary three-dimensional cycle [secondary], as shown in drawing 2. As a substance which constitutes this periodic insulating layer, to the wavelength of the light which emits light, since it needs to be transparent, an optical band gap needs to be larger than the optical band gap of the photogen contained in a luminous layer. For example, SiO_2 , TiO_2 , Ta_2O_5 , BaTiO_3 , SiO , CeO_2 , $\text{aluminum}_2\text{O}_3$, ZrO_2 , Si_3N_4 , MgF_2 , ThF_4 , CaF_3 , etc. are mentioned. The thing which made the Polymer Division system substance distribute an inorganic system substance with a large dielectric constant may be used. In this Polymer Division system substance, if it is non-conducting Polymer Division, the kind in particular of Polymer Division is not limited, but. Polystyrene system Polymer Division,

polymethylmethacrylate system Polymer Division, polybutadiene system Polymer Division, polyvinyl pyridine system Polymer Division, polyisoprene system Polymer Division, polycarbonate system Polymer Division, polyphenylene oxide system Polymer Division, the copolymer containing them, etc. are illustrated. As this mineral matter, although a kind in particular is not limited, an oxide, a nitride, fluoride, etc. are illustrated. Specifically, SiO_2 , TiO_2 , Ta_2O_5 , BaTiO_3 , SiO , CeO_2 , $\text{aluminum}_2\text{O}_3$, ZrO_2 , Si_3N_4 , MgF_2 , ThF_4 , CaF_3 , etc. are mentioned.

[0010]The thickness of this whole insulating layer is usually about 0.1–100 micrometers. In this invention, especially if it is a substance which has luminescence as a luminescent substance contained in a luminous layer, it is not limited, but mineral matter, coloring matter, and a conductive polymer are illustrated. These luminescent substances may be in the state distributed to other nonluminous mineral matter or Polymer Division etc.

[0011]As luminescent mineral matter, for example Si, GaAs, GaN, CuCl, CuBr, CdSe, CdS, ZnSe, ZnS, InP, ZnO, In_2O_3 , Y. Although Y_2O_3 , SrS, CaS, SrGa_2S_4 , ZnGa_2O_4 , etc. are mentioned, alloying elements other than the composing element of the above-mentioned substance may be contained. As coloring matter contained in a luminous layer, phthalocyanine system coloring matter, azo dye, a perylene pigment, etc. are mentioned, for example.

[0012]As a conductive polymer contained in a luminous layer, for example Poly para-phenylene system Polymer Division, Poly para-phenylene vinylene system Polymer Division, polythiophene system Polymer Division, poly aniline system Polymer Division, polypyrrole system Polymer Division, polyvinyl-carbazole system Polymer Division, or the copolymer containing them is mentioned. The thickness of this luminous layer is usually about 0.01–100 micrometers.

[0013]As a material of the electrode (solid state electrode board) of the side which serves as a substrate among one counter-electrodes which are the components of the EL element of this invention, and in which either has translucency, if it is a conductive thing, there will be no restriction in particular, but metal, a metallic oxide, Polymer Division, etc. are mentioned. Specifically, Si which gave conductivity by a dope, an indium tin oxide, Au, Ag, aluminum, poly aniline, etc. are mentioned. The metal which is the material of conductivity [top / insulating / which consists of an inorganic system substance and a Polymer Division system substance / solid board], A metallic oxide, an organic compound, etc. Vacuum deposition, a CVD method, a sputtering technique, electron beam vacuum deposition, The thing made to laminate by an ion-beam-deposition method, molecular beam epitaxy method, the applying method, the dip-coating method, the langue MYUABORO jet (LB) method, the self-accumulating (self-assembly) method, the spin coat method, the ink jet method, and a sol gel process may be used. However, to take out luminescence from the substrate side, it is necessary to be a material transparent as a substrate to this luminous wavelength.

[0014]As an insulating solid board in this case, SiO_2 , MgO, aluminum, Mo, Ta, W, Ti, Cu, germanium, Nb, nickel, Si, GaAs, polyethylene terephthalate, and polycarbonate ** is mentioned, for example. It is chosen out of the thing same as the substrate which is a component of the EL element of this invention, and an electrode material which counters as the material described as an electrode material by the side of the above and a substrate. However, to take out luminescence from the substrate and electrode side which counters, it is necessary to be a transparent material to this luminous wavelength.

[0015]The thickness of these electrodes is usually about 5–1000 nm, respectively. The insulating layer which is a component of the EL element of this invention, Vacuum deposition, a CVD method, a sputtering technique, electron beam vacuum deposition, an ion-beam-deposition method, It is produced by molecular beam epitaxy method, the applying method, the dip-coating method, the langue MYUABORO jet (LB) method, the self-accumulating (self-assembly) method, a spin coat method, the ink jet method, sol gel process, etc. on a solid board.

[0016]The luminous layer which is a component of the EL element of this invention is produced by a CVD method, a sputtering technique, electron beam vacuum deposition, an ion-beam-deposition method, molecular beam epitaxy method, the applying method, the dip-coating method, the LB method, a spin coat method, the ink jet method, sol gel process, etc. As for the

EL element produced by such a method, the increase in luminescence intensity is expected compared with the EL element of a conventional type.

[0017]

[Example] Although working example is used for below and the concrete mode of this invention is explained to it in detail, this invention is not limited by these working example unless the gist is exceeded.

An ITO board is used as example 1 substrate. You make it laminate SiO_2 and five layers TiO_2 at a time by turns as a periodic insulating layer with vacuum deposition on an ITO board. The thickness may be 122 nm, respectively. The spin coat of the CdS particles is carried out on it, and a luminous layer is formed. The thickness of this luminous layer may be about 244 nm. You make it laminate TiO_2 and five layers SiO_2 at a time by turns as a periodic insulating layer on it.

Thickness shall be 122 nm, respectively. Moreover, about 100 nm of aluminum is made to vapor-deposit as a counterelectrode. In this case, the luminous wavelength of CdS used uses the particles which have a light emission peak for 450 nm, in order to double with a band end.

[0018] An ITO board is used as example 2 substrate. You make it laminate SiO_2 and five layers TiO_2 at a time by turns as a periodic insulating layer with vacuum deposition on an ITO board.

The thickness may be 145 nm, respectively. The spin coat of the CdSe particles is carried out on it, and a luminous layer is formed. This thickness may be about 350 nm. You make it laminate TiO_2 and five layers SiO_2 at a time by turns as a periodic insulating layer on it. Thickness shall be 145 nm, respectively. Moreover, about 100 nm of aluminum is made to vapor-deposit as a counterelectrode. In this case, the thing equivalent to the wavelength of the defective level (about 600 nm) produced in a band gap is used for the luminous wavelength of CdSe used.

[0019]

[Effect of the Invention] The EL element of this invention can make luminescence intensity increase by using for the insulating layer the material which has a photonic crystal structure.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a typical sectional view showing the structure of the EL element of this invention.

[Drawing 2]It is a mimetic diagram showing the periodical structure of an insulating layer.

[Description of Notations]

1 Solid board

2 Electrode

3 Luminous layer

4 Insulating layer

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

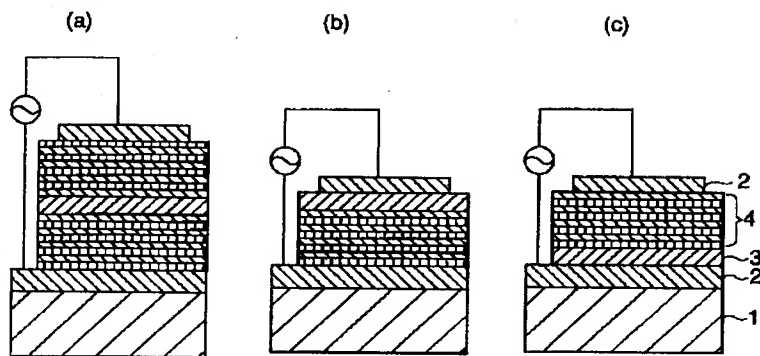
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

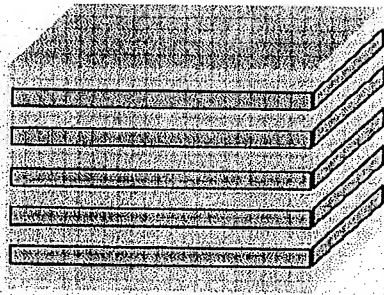
DRAWINGS

[Drawing 1]

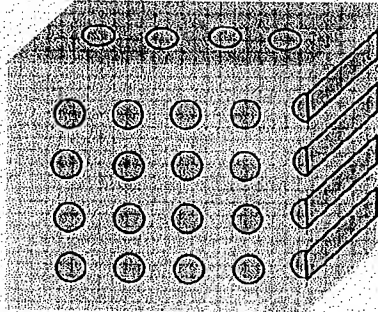


[Drawing 2]

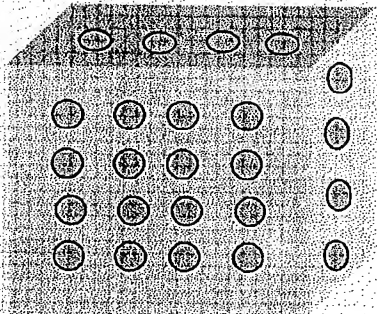
(a)



(b)



(c)



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-75656
(P2002-75656A)

(43) 公開日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 5 B 33/22

識別記号

F I
H 0 5 B 33/22

テーマコード(参考)
Z 3 K 0 0 7

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全5頁)

(21) 出願番号 特願2000-266414(P2000-266414)

(22) 出願日 平成12年9月4日(2000.9.4)

(71) 出願人 000005968
三菱化学株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目5番2号
(72) 発明者 浅見 晴洋
神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地
三菱化学株式会社横浜総合研究所内
(72) 発明者 神谷 格
神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地
三菱化学株式会社横浜総合研究所内
(74) 代理人 100103997
弁理士 長谷川 暁司
Fターム(参考) 3K007 AB02 AB04 BA04 CA01 CB01
DA05 DB00 EA02 EA03 EB00
EC00

(54) 【発明の名称】 E L 素子

(57) 【要約】

【課題】 発光強度の向上した新規な E L 素子を提供する。

【解決手段】 少なくとも、いずれか一方が透光性を有する1対の電極、発光性物質を含有する発光層、及び絶縁層を有する E L 素子において、該絶縁層がフォトニック結晶構造を有するものである E L 素子。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも、いずれか一方が透光性を有する 1 対の電極、発光性物質を含有する発光層、及び発光波長に対して透明な絶縁層を有する E L 素子において、該絶縁層がフォトニック結晶構造を有するものであることを特徴とする E L 素子。

【請求項 2】 絶縁層が、発光層の両面あるいはいずれか一方の面に形成されてなる請求項 1 に記載の E L 素子。

【請求項 3】 フォトニック結晶構造が、屈折率の異なる 2 種類の層が 1 次元に積層してなるものである請求項 1 または 2 に記載の E L 素子。

【請求項 4】 屈折率の異なる 2 種類の層のそれぞれの厚みが、発光波長の $1/5 \sim 1/3$ である請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の E L 素子。

【請求項 5】 屈折率の異なる 2 種類の層を構成するそれぞれの物質の屈折率比が $1.01 \sim 1.0$ である請求項 1 ～ 4 の何れかに記載の E L 素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄型、平面、長寿命、高コントラストという特徴を有する E L ディスプレイに使用される E L 素子に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、軽量・薄型で消費電力が少なく、かつ形状の自由度に優れた面発光型素子として、E L 素子が注目されている。E L 素子は、大別すると直流電圧印可による電極から電流注入をおこない、電子とホールとの再結合により発光させる有機 E L タイプと、交流電圧印可により固有キャリアを加速させ、発光物質の電子を衝突励起し発光させる無機 E L タイプとがある。後者の交流駆動型の無機 E L 素子の構造は、透光性を有する 1 対の電極間に発光性物質を含有する発光層と、該発光層の両側、あるいはいずれか一方に発光波長に対して透明な絶縁層を有する薄膜型 E L 素子タイプと、微結晶 ZnS などの蛍光体を高誘電率の有機物媒体中に分散した分散型 E L 素子タイプに分類される。従来の薄膜型 E L 素子に用いられる絶縁層は高誘電率を有する単層からなるものであった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述したような従来の一般的な E L 素子の発光強度には限界があり、そのさらなる向上が望まれている。本発明の目的は、従来の E L 素子の構造を改良することにより、さらなる発光強度の増加を可能とする E L 素子を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明者等は上記実情に鑑みて鋭意検討を行った結果、E L 素子の絶縁層として、屈折率の異なる 2 種の層が交互に積層し、周期的な屈折率分布を持たせることよりフォトニックバンドギャ

ップを形成するフォトニック結晶構造を有するものを用いて、発光層からの発光波長がフォトニックバンドギャップのバンド端に重なるように、あるいはバンドギャップ中の欠陥準位に発光波長を合わせるように設計することにより、E L 素子の発光強度を増加させることが可能となることに知見し、本発明を完成した。

【0005】即ち本発明の要旨は、少なくとも、いずれか一方が透光性を有する 1 対の電極、発光性物質を含有する発光層、及び絶縁層を有する E L 素子において、該絶縁層がフォトニック結晶構造を有するものであることを特徴とする E L 素子、に存する。詳しくは、絶縁層として、屈折率の異なる領域が 1 次、2 次、3 次元の周期的な屈折率分布を持つもの、つまりフォトニックバンドギャップを形成するフォトニック結晶構造を有するものとした、新規な E L 素子に関する。

【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明につき更に詳細に説明する。本発明の E L 素子は、絶縁層として、フォトニック結晶を用いることを必要とする。フォトニック結晶 (Photonic crystal) とは、光、電磁波の波長程度の長さの周期構造を持った光を自由自在に制御することができるとの新しい概念の物質、素子デバイスであり、多様な機能性が予測されている。このフォトニック結晶は、光の波長程度の長さの周期構造を有しており、その中ではある波長範囲の光の存在がゆるぎないフォトニックバンドギャップ (photonic band gap) が現れる。このフォトニックバンドギャップの起源は固体結晶中での電子に対するバンドギャップ、禁止帯、即ち、特定のエネルギー範囲の電子の存在が許されないバンドギャップの起源と同じように説明することができる。即ち、固体結晶で原子がある周期で規則正しく配列している時、電子に対するバンドギャップが現れるのは、電子を波と見た場合の波長がちょうど原子間隔程度の大きさであるため、電子が結晶内の周期ポテンシャルによりブラッグ反射を受け、エネルギーの存在しない状態が形成される。それと同じように、光の波長と同程度の長さの周期的な屈折率 (誘電率) 分布を持つ構造中を伝播する場合、ある波長領域の光の伝搬が禁じられるフォトニックバンドギャップが形成される。この周期構造は、1 次元、2 次元、3 次元いずれの場合でもよい。更に、興味深いのは完全な周期構造をとっているフォトニック結晶に欠陥が導入された場合、バンド端がフォトニックバンドギャップ中に陥をひき、バンド内に欠陥準位 (局在準位) が出現する。この欠陥準位を利用することで、発光物質の発光特性を増強させる可能性が考えられる。またバンド端では光の群速度が極めて小さくなり、その結果、素子全体としての発光特性を増強させる可能性が考えられる。

【0007】以下に本発明の E L 素子を模式図を用いて説明する。図 1 は、本発明の E L 素子の構造を示す図である。同図において、発光層の両側 (図 1 a)、あるいは

はいずれか片側一方に絶縁層（図 1 b, c）を設ける。該絶縁層は、発光層からの発光の波長に対して透明であり、屈折率の異なる 2 種類の層が 1 次元に積層したフォトニック結晶構造を形成する例である。

【0008】該絶縁層（周期絶縁層と称する場合がある）を構成する 2 種の層の個々の膜厚は、発光波長が周期構造によって形成されるフォトニックバンドギャップ（光の透過できない波長領域）のバンド端に重なるように設計する必要がある。あるいはフォトニックバンドギャップ中に生じる欠陥準位に発光体の発光波長を合わせるように設計する必要がある。おおよその膜厚は、発光波長 λ の $1/4$ 程度、通常、 $1/5 \sim 1/3$ である。該周期絶縁層を構成する物質の屈折率比は 1.01 以上、好ましくは、 $1.01 \sim 10$ であることが好ましい。

【0009】該周期絶縁層の周期構造は、図 2 に示すように、面状の異なる相が積層されたもの、マトリクス中に柱状の相が周期的に分散したもの、マトリクス中に球状の相が分散したものなど、あらゆる周期構造があり得、1 次、2 次、3 次元のいずれの周期であっても構わない。該周期絶縁層を構成する物質としては、発光する光の波長に対して透明である必要があるため、光学バンドギャップが発光層中に含まれる発光体の光学バンドギャップより大きい必要がある。例えば SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 BaTiO_3 、 SiO 、 CeO_2 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 Si_3N_4 、 MgF_2 、 ThF_4 、 CaF_2 などが挙げられる。また高分子系物質に誘電率の大きい無機系物質を分散させたものを用いても構わない。該高分子系物質において、非導電性高分子であれば高分子の種類は特に限定されるものではないが、ポリスチレン系高分子、ポリメチルメタクリレート系高分子、ポリブタジエン系高分子、ポリビニルピリジン系高分子、ポリイソブレン系高分子、ポリカーボネート系高分子、ポリフェニレンオキッド系高分子、またそれらを含む共重合体などが例示される。該無機物質としては、種類は特に限定されるものではないが、酸化物、窒化物、弗化物などが例示される。具体的には、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 BaTiO_3 、 SiO 、 CeO_2 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 Si_3N_4 、 MgF_2 、 ThF_4 、 CaF_2 などが挙げられる。

【0010】この絶縁層全体の厚みは通常 $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$ 程度である。本発明において、発光層に含まれる発光性物質としては、発光性を有する物質であれば特に限定されるものではないが、無機物質、色素、導電性高分子が例示される。またこれらの発光性物質がその他の非発光性の無機物質または高分子などに分散した状態であっても構わない。

【0011】発光性の無機物質としては、例えば、 Si 、 GaAs 、 GaN 、 CuCl 、 CuBr 、 CdSe 、 CdS 、 ZnSe 、 ZnS 、 InP 、 ZnO 、 In_2O_3 、 Y_2O_3 、 SrS 、 CaS 、 SrGa_2S_4 、 ZnG

a_2O_4 等が挙げられるが上記物質の構成元素以外の添加元素が含まれていても構わない。発光層に含まれる色素としては、例えば、フタロシアニン系色素、アゾ系色素、ペリレン系色素などが挙げられる。

【0012】発光層に含まれる導電性高分子としては、例えば、ポリパラフェニレン系高分子、ポリパラフェニレンビニレン系高分子、ポリチオフェン系高分子、ポリアニリン系高分子、ポリピロール系高分子、ポリビニルカルバゾール系高分子、またはそれらを含む共重合体などが挙げられる。この発光層の厚みは通常 $0.01 \sim 100 \mu\text{m}$ 程度である。

【0013】本発明の EL 素子の構成要素である、いずれか一方が透光性を有する 1 対電極のうち、基板となる側の電極（固体電極基板）の材料としては、導電性のものであれば特に制限はないが、金属、金属酸化物、高分子等が挙げられる。具体的には、ドーピングにより導電性を付与した Si 、インジウム錫酸化物、 Au 、 Ag 、 Al 、ポリアニリン等が挙げられる。また無機系物質、高分子系物質からなる絶縁性の固体基板上に導電性の材料である金属、金属酸化物、有機化合物等を蒸着法、CVD 法、スパッタ法、電子線蒸着法、イオンビーム蒸着法、分子線エビタキシー法、塗布法、ディップコーティング法、ラングミュアボロジェット（LB）法、自己集積（セルフアセンブリ）法、スピンコート法、インクジェット法、ゾルゲル法により積層させたものを用いても構わない。但し基板側から発光を取り出す場合には、該発光波長に対して基板として透明な材料である必要がある。

【0014】この場合の絶縁性の固体基板としては、例えば、 SiO_2 、 MgO 、 Al 、 Mo 、 Ta 、 W 、 Ti 、 Cu 、 Ge 、 Nb 、 Ni 、 Si 、 GaAs 、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、が挙げられる。本発明の EL 素子の構成要素である基板と対向する電極材料としては、上記、基板側の電極材料として記した材料と同様のものから選ばれる。但し基板と対向する電極側から発光を取り出す場合には、該発光波長に対して透明な材料である必要がある。

【0015】これらの電極の厚みは、それぞれ通常、 $5 \sim 1000 \text{nm}$ 程度である。本発明の EL 素子の構成要素である絶縁層は、蒸着法、CVD 法、スパッタ法、電子線蒸着法、イオンビーム蒸着法、分子線エビタキシー法、塗布法、ディップコーティング法、ラングミュアボロジェット（LB）法、自己集積（セルフアセンブリ）法、スピンコート法、インクジェット法、ゾルゲル法などによって固体基板上に作製される。

【0016】また、本発明の EL 素子の構成要素である発光層は、CVD 法、スパッタ法、電子線蒸着法、イオンビーム蒸着法、分子線エビタキシー法、塗布法、ディップコーティング法、LB 法、スピンコート法、インクジェット法、ゾルゲル法などによって作製される。この

ような方法で作製される E L 素子は、従来型の E L 素子に比べて発光強度の増加が期待される。

【0017】

【実施例】以下に本発明の具体的態様を実施例を用いて詳細に説明するが、本発明はその要旨を超えない限り、これらの実施例によって限定されるものではない。

例 1

基板として I T O 基板を用いる。I T O 基板上に蒸着法により周期絶縁層として SiO_2 、 TiO_2 を交互に 5 層ずつ積層させる。その膜厚は、それぞれ 122 nm とする。その上に C d S 粒子をスピコートさせて発光層を形成する。該発光層の膜厚は、約 244 nm 程度とする。更にその上に周期絶縁層として TiO_2 、 SiO_2 を交互に 5 層ずつ積層させる。膜厚は、それぞれ 122 nm にする。その上に対向電極として A l を約 100 nm 蒸着させる。この場合に用いられる C d S の発光波長は、バンド端に合わせるために、450 nm に発光ピークを有する粒子を使用する。

【0018】例 2

基板として I T O 基板を用いる。I T O 基板上に蒸着法により周期絶縁層として SiO_2 、 TiO_2 を交互に 5 層ずつ積層させる。その膜厚は、それぞれ 145 nm とす*

*る。その上に C d S e 粒子をスピコートさせて発光層を形成する。該膜厚は、約 350 nm 程度とする。更にその上に周期絶縁層として TiO_2 、 SiO_2 を交互に 5 層ずつ積層させる。膜厚は、それぞれ 145 nm にする。その上に対向電極として A l を約 100 nm 蒸着させる。この場合に用いられる C d S e の発光波長は、バンドギャップ内に生じる欠陥準位 (約 600 nm) の波長に相当するものを使用する。

【0019】

10 【発明の効果】本発明の E L 素子は、その絶縁層にフォトニック結晶構造を有する材料を用いることにより、発光強度を増加させることができる。

【図面の簡単な説明】

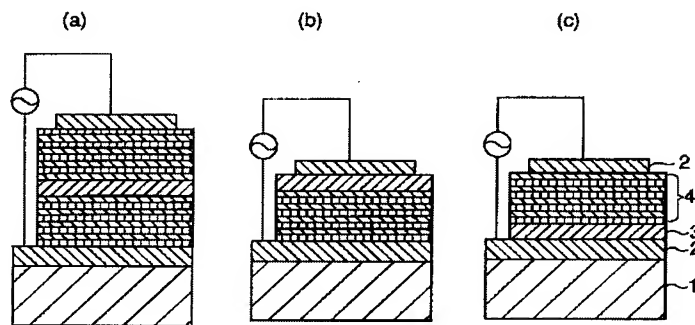
【図 1】本発明の E L 素子の構造を表す模式的断面図である。

【図 2】絶縁層の周期構造を表す模式図である。

【符号の説明】

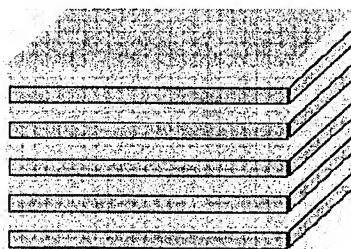
- 1 固体基板
- 2 電極
- 3 発光層
- 4 絶縁層

【図 1】

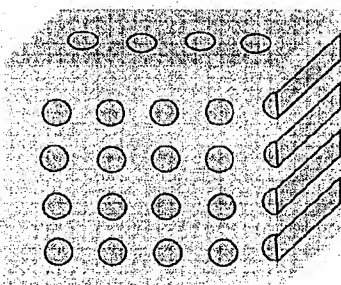


【図2】

(a)



(b)



(c)

